

전기자동차 충전인프라 운영시스템

김지성*, 이준철, 박우중, 최영준
(주) 효성 중공업 연구소

A Design on the Operating Systems of Electric Vehicle Charging Infra

Ji-Sung Kim*, Jun-Chul Lee, Woo-Jong Park, Young-Jun Choi
Hyosung Corporation Power & Industrial Systems R&D Center

Abstract - 최근 지구 온난화 등의 환경문제와 CO₂ 배출량 규제 강화, 화석 연료 고갈 및 고유가 등의 사회적 문제에 대한 해결 방안으로서 전기자동차의 개발과 보급이 활발하다[1]. 2009년 7월 제주도 구좌읍에 Smart Grid(스마트 그리드) 실증 단지가 구축되면서 친환경 전기자동차 및 우선 인프라 실증이 더욱 가속화 되고 있다[2]. 우리나라를 비롯하여 세계 각국의 자동차 연비 및 배기 가스 규제가 강화될 수록 전기자동차 기술과 관련한 Smart Transportation 기술의 상용화는 더욱더 빨라질 것이며, 이에 따라 전기자동차의 보급과 개발이 확산되고, 이를 지능적으로 관리 및 운영하는 충전인프라 기술이 요구될 것이다. 본고에서는 이러한 전기자동차 충전을 위한 운영시스템 설계에 대하여 충전운영시스템 구성과 기능 및 아키텍처 설계에 관하여 기술한다.

1. 서 론

전기자동차 충전인프라는 전기자동차(EV)를 재충전 하기위한 인프라로서, 충전 장소에 따라 구성과 기능이 다르며, 현재 언급되고 있는 충전 인프라 설비는 크게 주택용 충전설비, 주차장용 충전스탠드, 충전소용 충전설비, 배터리교환소의 4가지로 구분할 수 있다[1].

충전인프라는 전기차가 자동차 운행에 하기 위해서는 필수적으로 보급되어야 할 충전기와 전력공급 시스템, 전력제어 및 변환 시스템, 전기자동차 운영시스템 플랫폼 등을 포함하고 있다. 따라서 전기자동차와 상호 인터페이스(운용성)가 반드시 포함되어야 하며, 전기적 안정성과 고품질의 전력을 공급하기 위한 계통 운영이 반드시 설계되어야 한다[3].

본 논문에서는 아파트 등의 공동주택 단위와 단위 지역(구청, 군청, 대규모 할인점)의 충전기 관리 시스템을 구축하기 위해 요구되는 소프트웨어 시스템의 구성과 그 아키텍처를 설계하고, 세부 구현 기능을 제안한다.

2. 본 론

2.1 충전운영시스템 개요

본 논문에서 제안하는 충전운영시스템은 충전 인프라의 구성 요소로서 EV를 운행하는 사용자에게 다양한 서비스를 제공하고, 가정에서 EV 배터리를 충전하고, 충전서비스를 관리하기 위한 기능으로 정의한다. 주요 기능은 사용자에 따라 충전기 및 전력 계통 장비 등을 유지 관리하고, 운영하기 위한 기능과 전기자동차를 운행하는 사용자에게 제공할 수 있는 충전 등의 서비스 기능으로 정의할 수 있다. 운영시스템 설계의 기본 기능은 다음과 같다.

- EV사용자 인증, 권한 관리 서비스
- 충전 요금 관리 및 결제(Billing) 서비스
- 사용자 정보와 결제 정보 보안 서비스
- 전력 계통 상태 감시 및 보상을 위한 전기 품질 유지 서비스
- 충전기 상태 모니터링 및 충전 예약 관리 서비스

이외에 EV사용자 서비스 측면에서 웹 기반 충전기 위치 정보 및 충전 가능, 상태 정보 서비스와 전력 피크 억제를 위한 충전기 부하 제어, 신재생 분산 전력과 연계한 운영 관리 기능도 필요에 따라 운영 시스템 설계에 포함될 수 있다.

2.2 운영시스템 구성

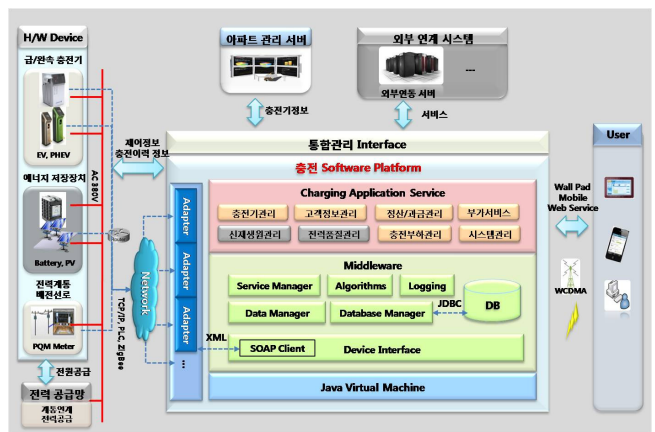
충전운영시스템 구성은 크게 Hardware(H/W) 장비와 통합 인터페이스 및 충전 Software(소프트웨어) 플랫폼과 사용자 인터페이스, 그리고 결제와 사용자 인증 관련한 외부 연동 서버로 구분한다.

그림 1은 본 논문이 제안하는 충전 운영시스템 전체 아키텍처로 H/W 장비는 급속, 완속 충전기로 구성된 충전기와 AC380V 전력 계통과 연계하여 전력품질을 위한 PQM Meter가 있다. 그리고 충전소를 운영하는

데 필요한 서버와 네트워크 장비 등으로 구성할 수 있다.

이러한 충전기 등의 H/W 장비로부터 들어오는 데이터는 표준 프로토콜을 사용하여 네트워크 장비를 통해 운영시스템 플랫폼과 통신한다. 위에서 제안한 운영시스템의 주요 기능은 사용자의 모바일과 Wall Pad, 웹 서비스를 통해 다양한 서비스를 제공하며, 이를 위하여 외부 연동이 필요한 서버와 통신하여 사용자 회원 관리와 결제 서비스를 구현한다.

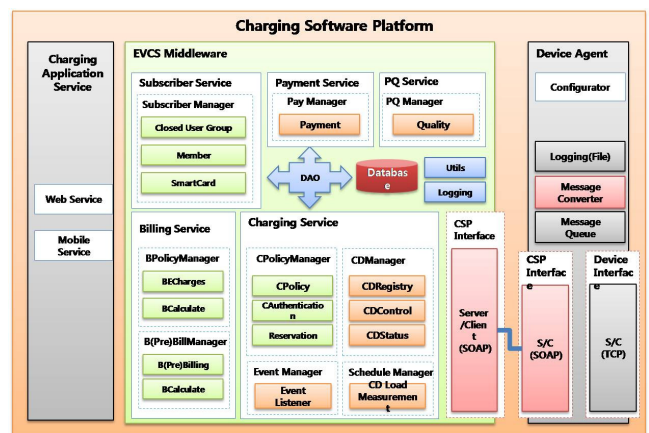
운영시스템의 내부 통신 규정과 모듈 단위 기능 설계는 다음 장에서 자세히 기술한다.



〈그림 1〉 충전운영시스템 전체 구성

2.2.1 운영시스템 설계

운영시스템의 충전 소프트웨어 플랫폼(Platform)은 그림 2와 같이 운영시스템의 핵심 중추의 기능으로서 미들웨어(Middleware)를 적용하여 상위의 Charging Application Service를 제공하고, 하위의 Device Agent와 연계한 서비스 구조를 갖는다.



〈그림 2〉 충전운영시스템 Software Platform 설계

OMG(Object Management Group)나 DMTF(Distributed Management Task Force) 등의 전 세계적인 표준화 단체와 그룹에서는 미들웨어를

통한 시스템 간의 연결을 권고하고 있다.

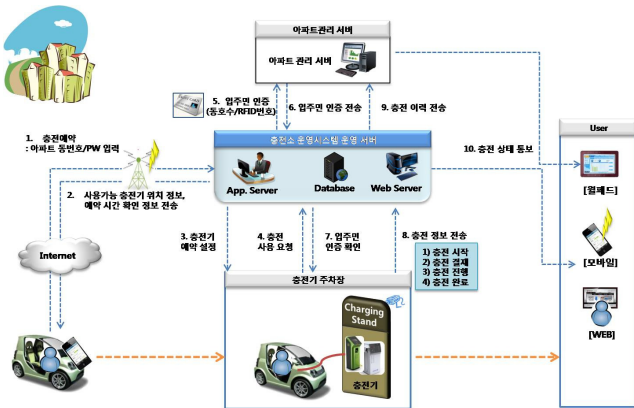
본 논문이 제안하고 있는 운영시스템 플랫폼은 신재생 에너지원과 같은 새로운 자원(resources)에 대하여 확장이 가능하도록 설계하고, 추가 되는 H/W 장비와 서비스에 유연하게 대처하는 소프트웨어 플랫폼을 지향한다. 따라서 유연성과 확장성을 목표로 설계하는 충전운영시스템의 설계는 그림 2와 같이 서비스지향(Service-Oriented)적인 미들웨어 플랫폼으로 구성하였다. 플랫폼 내부 Layer 별 데이터 통신 방식은 SOAP기반의 메시지 교환 방식으로서 전력 계통 IEC 표준 프로토콜인 공통정보 모델(Common Information Model) 저장소(Repository)를 가지고 새로운 EV충전기 지원에 유연하게 대처하며, 전력 계통과 연계하여 타 지역의 운영시스템과 연계가 가능하도록 설계하였다. 그리고 다양한 충전 서비스를 제공 및 운영하기 위하여 다음의 추가 기능을 정의한다.

- CIM Message 기반 EV충전기 운영 시스템 내부 SOAP프로토콜
- Logging : File과 Historical DB에 로그 처리 기능 정의
- DAO(Data Access Object) : DB의 데이터에 접근하기 위한 클래스 정의

각각의 기능은 모듈 단위로 설계, 구현하며, 실증 사이트의 환경과 제약 조건에 따라 모듈별 기능을 재설정 할 수 있다. CIM 메시지 기반의 웹 서비스(Web Service)를 통해 표준 메시지 포맷을 공통으로 정의하고, 충전소 운영시스템과 충전기, EV, 사용자 등의 Domain Model과 Business Case에 따른 CIM Profile을 설계하여, CIM Schema를 공통 DB를 통해 공유하여 내부 데이터를 Private Protocol로서 규정하였다. 이러한 운영시스템을 통해, EV사용자에게 다양한 서비스를 제공하는 Work Flow는 다음 장에서 기술한다.

2.2.2 충전 운영시스템 Work Flow

본 장에서는 앞에서 설계한 운영시스템을 기반으로 실제 EV사용자가 충전 서비스를 요청하여, 제공받는 Work Flow를 설명한다.



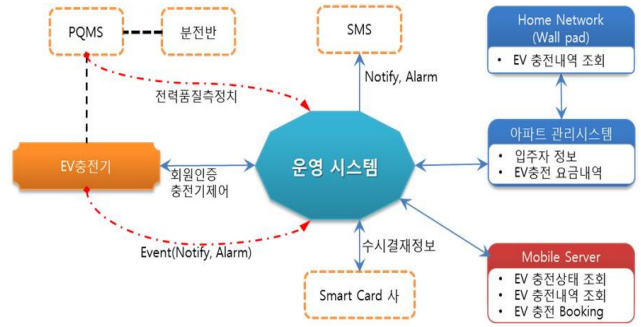
〈그림 3〉 충전 서비스 Work Flow

EV사용자가 충전기에 도달하기 전, 모바일 단말기와 웹 포털 서비스를 통해 운영시스템에 접근하여 충전이 가능한 충전기와 사용 시간을 조회하여 예약한다. 가용 여부를 확인한 후 예약한 충전기 위치 정보와 예약 시간을 모바일 서비스로 확인하면, 원하는 시간에 EV를 충전하고, 충전 상태에 관하여 모니터링 정보를 요청 할 수 있다. 충전 완료 후 사용자 인증 확인을 위해 사전 인증 절차는 아파트 등의 공동 주택 단지의 회원 관리 서버와 연동하고, 충전이 완료된 후 다양한 결제 방식을 지원하기 위하여 외부 결제 서버와 연동하여 충전 요금을 부과한다.

사용자가 변동요금을 고려하여 피크 시간을 지양한 경제적인 충전 요금 단가를 선택할 수 있으며, 실시간 충전 상태를 가정과 웹 서비스를 통해 제공받을 수 있다.

2.2.3 운영시스템 외부 인터페이스 통신

앞에서 거론한 바와 같이 충전 운영시스템의 주요 기능 중 결제(Billing)과 사용자 회원 관리 서비스를 제공하기 위하여 다음 그림 4와 같이 외부 시스템과 인터페이스 통신이 필요하다. 이러한 운영시스템과 외부 시스템 간의 통신을 통해 EV 사용자는 필요한 정보를 주거 공간과 모바일 단말기로 제공받을 수 있고, 필요한 때 언제든지 서비스를 요청 할 수 있다.



〈그림 4〉 외부 시스템간의 인터페이스 구성

3. 결 론

본고에서는 전기자동차 충전 운영시스템의 기능과 전체 충전인프라 아키텍처를 설계 및 구성하였다. 또한 운영시스템 내부의 CIM 메시지 기반 Middleware를 통해 IT와 전력 기술을 결합하여 서비스 지향 Open API 플랫폼을 설계하였다. 이러한 운영시스템은 EV사용자가 원하는 충전인프라 서비스를 제공할 뿐만 아니라, 충전기 및 충전소를 운영, 관리 할 수 있는 기능을 제공한다. 향후 이러한 운영시스템의 실증을 통해, 다양한 부가서비스 및 사업 모델을 적용하여 시스템의 확장과 운영 서비스를 개선해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 손홍관, “전기자동차 충전인프라와 스마트 그리드”, 전기의 세계, 제 59권, 47p~53p, 2010.
- [2] 도윤미 외 7명, “스마트 그리드 기술 동향: 전력망과 정보통신의 융합 기술”, 전자통신동향분석, 제24권 제5호, 74p~86p, 2009, 한국전자통신연구원(ETRI)
- [3] 양승권, “전력망 연계 전기자동차 충전인프라 운영시스템 개발 및 운용 전략”, 2010년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 1120p~1121p, 2010.